

none

★KAMA-

P81

98-288031/26

★DE 19747771-A1

Optical system for terrestrial telescope - delivers outgoing rays parallel to incoming rays via four successive mirrors and lens between them

KAMAKURA KOKI KK 96.10.29 96JP-U011002

(98.05.20) G02B 23/02

97.10.29 97DE-1047771

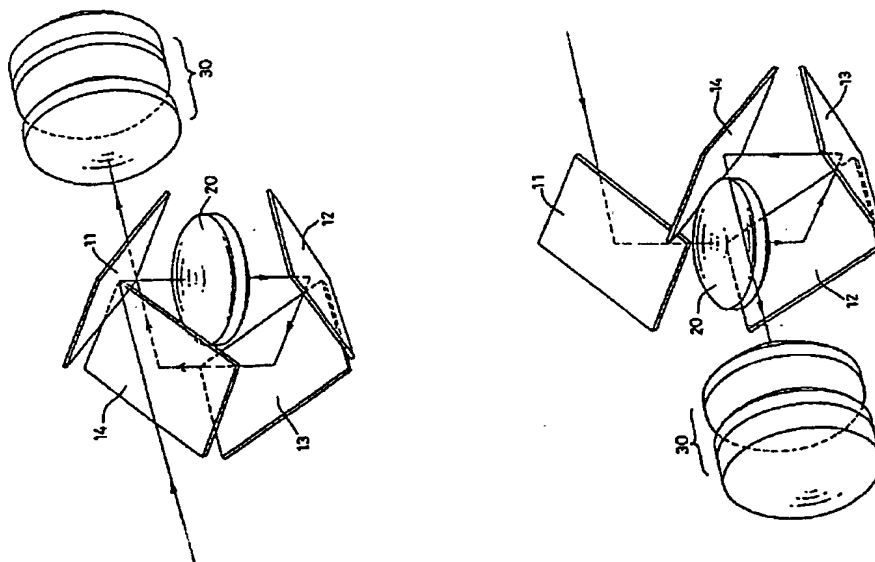
The reflection system for picture-erection is provided between a lens and an eyepiece. At the lens end a first mirror (11) is set at 45 degrees to the incoming rays, and followed by a second mirror (12) reflecting at right-angles to these rays.

A third mirror (13) at the eyepiece end reflects parallel to the incoming rays at the second mirror and a fourth (14) reflects parallel to the incoming rays at the lens to the eyepiece. One or more lenses are mounted between the first and fourth mirrors an at right-angles to one of the reflection axes.

USE - Image-erecting optical system is used in terrestrial telescope.

ADVANTAGE - Image-erecting optical system is compact, light in weight, and provides large and bright field of vision. (7pp Dwg.No.1,2/6)

N98-226461





①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Off nlegungsschrift**
⑩ **DE 197 47 771 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
G 02 B 23/02

②① Aktenzeichen: 197 47 771.2
②② Anmeldetag: 29. 10. 97
④③ Offenlegungstag: 20. 5. 98

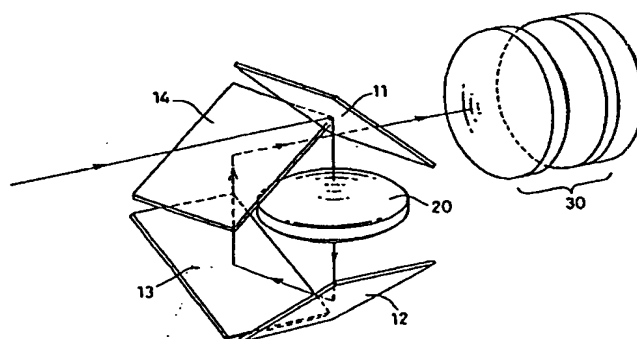
DE 197 47 771 A 1

③⑩ Unionspriorität:
8-11002 29. 10. 96 JP
⑦① Anmelder:
Kamakura Koki K.K., Warabi, Saitama, JP
⑦④ Vertreter:
Schaumburg und Kollegen, 81679 München

⑦② Erfinder:
Watanabe, Naomi, Urawa, Saitama, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤④ Optisches System für ein terrestrisches Fernrohr
⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein optisches System für ein terrestrisches Fernrohr mit großem und hellem Sehfeld, jedoch kompaktem und leichtem Aufbau. Die Umkehrreflexion eines Bildes wird mit mehreren Bildaufrichtesystemen (11, 12; 13, 14) erreicht, die jeweils zwei einander gegenüberliegende Spiegel auf der Objektivseite und auf der Okularseite enthalten, so daß die optische Achse auf der Okularseite parallel zur optischen Achse des auf der Objektivseite eintretenden Lichts liegt. Ein oder mehrere Objektive (20) sind auf einer oder mehreren Reflexionsachsen zwischen den Spiegeln (11 bis 14) angeordnet.



DE 197 47 771 A 1

Die Erfindung betrifft ein optisches System für ein Fernrohr, das ein großes und helles Sehfeld ermöglicht.

Um z. B. auf einem großen Sportfeld oder auf einer relativ breiten Theaterbühne schnelle Bewegungen zu verfolgen, benötigt man ein Fernrohr bzw. einen Feldstecher, dessen Vergrößerung relativ gering sein kann, dessen Feldwinkel jedoch groß ist.

Ein Feldstecher mit diesen Eigenschaften ist das Opernglas. Dieses ist kompakt und leicht, da es das Galilei-System mit einer konvexen Linse als Objektiv und einer konkaven Linse als Okular verwendet. Bekanntlich kann aber ein relativ dunkles Sehfeld und ein relativ kleiner Feldwinkel die oben genannten Erfordernisse nicht erfüllen.

Andererseits verwendet ein Fernrohr hoher Leistung allgemein ein optisches System mit umkehrender Reflexion mit mehreren Prismen und einer Vergrößerung von 7 oder mehr. Der Feldwinkel einer solchen Anordnung ist jedoch auf etwa 10° begrenzt und macht ein Verfolgen schneller Objektbewegungen unmöglich.

Obwohl ein gegensätzliches optisches Prinzip wie kleinerer Feldwinkel bei höherer Vergrößerung unvermeidbar sein mag, wird vorzugsweise ein Objektiv mit einer möglichst kurzen Brennweite verwendet, um ein breites Sehfeld zu haben. Wird aber ein Prisma als Bildaufrichtesystem benutzt, so sollte die Brennweite des Objektivs der optischen Weglänge des Prismas entsprechen, und ein so aufgebautes Fernrohr würde entsprechend groß. Außerdem übersteigt das Volumen des Prismas dasjenige des Objektivs und des Okulars, was eine weitere Vergrößerung und höheres Gewicht sowie damit verbundene höhere Herstellkosten mit sich bringt.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein optisches System anzugeben, das einen kompakten und leichten Aufbau eines terrestrischen Fernrohrs ermöglicht und ein großes und helles Sichtfeld gewährleistet.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei der Erfindung wird ein optisches System mit umkehrender Reflexion aus mehreren leichten Spiegeln aufgebaut, die eine gleichartige Funktion wie massive Prismen haben. Die Kombination der Spiegel erlaubt die Anordnung des Objektivs zwischen einem oder mehreren Paaren einander benachbarter Spiegel, so daß die Brennweite des Objektivs verkürzt wird und ein helles und großes Sehfeld entsteht.

Die Anordnung des Objektivs in dem optischen System erlaubt nicht nur eine Vergrößerung des Sehfeldes, sondern auch einen insgesamt leichten und kompakten Aufbau des optischen Systems. Dadurch wird die Handhabung eines Fernrohrs verbessert, wenn es bei Sportereignissen oder Theatervorstellungen benutzt wird.

Insbesondere die Kombination einer Zwischenlinse mit dem Objektiv führt zu einer weiteren Vergrößerung des Sehfeldes und gleichzeitigen Verkleinerung des optischen Systems. Ferner wird eine langzeitige optische Stabilität gewährleistet, denn die Spiegelflächen werden stabilisiert, und wenn das Gehäuse eines Fernrohrs einstückig mit den Spiegelflächen geformt wird.

Bei einem optischen System nach der Erfindung kann das Objektiv zwischen dem ersten und dem zweiten Spiegel angeordnet sein, wobei es orthogonal zum reflektierten Strahl des ersten Spiegels angeordnet ist.

Bei dem Entwurf eines Gehäuses für das optische System kann das Objektiv auch auf einer anderen optischen Reflexionsachse angeordnet sein, beispielsweise auf dem an dem dritten zum vierten Spiegel reflektierten Strahl. Diese Spiegel bilden das umkehrend reflektierende optische System

auf der Okularseite. Auch kann das Objektiv zwischen dem umkehrend reflektierenden optischen System auf der Objektivseite und dem umkehrend reflektierenden optischen System auf der Okularseite angeordnet sein, genauer gesagt, zwischen dem zweiten und dem dritten Spiegel.

Alternativ können auch mehrere Objektive auf mehreren der drei optischen Reflexionsachsen angeordnet sein, d. h. der optischen Reflexionsachse zwischen dem ersten und dem zweiten Spiegel, der optischen Reflexionsachse zwischen dem zweiten und dem dritten Spiegel und der optischen Reflexionsachse zwischen dem dritten und dem vierten Spiegel, wobei diese Objektive orthogonal zur jeweiligen optischen Reflexionsachse angeordnet sind.

Vorteilhaft sind alle vier Spiegel mit einem Antikorrosions- und Feuchtigkeitsschutzfilm beschichtet.

Damit die vier Spiegel leicht und langfristig stabil montiert werden können, kann ein Gehäuse einstückig mit ihnen geformt sein, so daß das Objektiv bzw. die Objektive danach montiert werden können.

Zum kompakten und leichten Aufbau eines Feldstechers kann eine Zwischenlinse vorgesehen sein, z. B. eine Sammellinse auf der Reflexionsachse des vierten Spiegels, wodurch die Brennweite des Objektivs weiter verkürzt wird.

Die Erfindung wird im folgenden an Hand der Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines optischen Systems als Ausführungsbeispiel, von der Objektivseite her gesehen,

Fig. 2 das optische System nach Fig. 1 von der Okularseite her gesehen,

Fig. 3 die relative Anordnung der Elemente des optischen Systems in einer Vorderansicht,

Fig. 4 die relative Anordnung der Elemente des optischen Systems in einer Rückansicht,

Fig. 5 eine Darstellung der Strahlengänge in dem gestreckt dargestellten optischen System, und

Fig. 6 eine Seitenansicht der tatsächlichen Strahlengänge in dem optischen System.

Die Einzelheiten der korrelativen Anordnung der optischen Elemente in einem optischen System nach der Erfindung werden aus der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels verständlich, bei dem ein Objektiv zwischen einem ersten und einem zweiten Spiegel angeordnet ist und das in Fig. 1 und 2 perspektivisch dargestellt ist. Fig. 5 und 6 zeigen den Strahlengang des optischen Systems in Seitenansichten.

Die Figuren zeigen jeweils nur ein optisches System. Zwei derartige Systeme können in symmetrischer Anordnung in einem Feldstecher verwendet werden.

In den Figuren sind ein erster Spiegel 11, ein zweiter Spiegel 12, ein dritter Spiegel 13 und ein vierter Spiegel 14 dargestellt.

Der erste Spiegel 11 befindet sich auf der Objektivseite unter einem Winkel von 45° gegenüber der optischen Achse des eintretenden Lichts, und der zweite Spiegel 12 ist so angeordnet, daß er das an dem ersten Spiegel 11 reflektierte Licht aufnimmt. Das um die Eintrittsachse am ersten Spiegel 11 konvergierte Licht wird senkrecht zum eintretenden Strahl zur Mitte des zweiten Spiegels 12 reflektiert, da der erste Spiegel 11 unter einem Winkel von 45° gegenüber dem eintretenden Strahl angeordnet ist.

Die beiden Spiegel 11 und 12 sind so ausgerichtet, daß ihre Spiegelflächen orthogonal zueinander liegen.

Der dritte Spiegel 13 ist optisch konjugiert zum zweiten Spiegel 12 mit einer Achse parallel zum eintretenden Strahl angeordnet, d. h. er liegt symmetrisch zum zweiten Spiegel 12 bezüglich einer Achse, die parallel zum eintretenden Strahl liegt, so daß das an dem zweiten Spiegel 12 reflektierte

tierte Licht auf die Mitte des dritten Spiegels 13 trifft und an diesem zur Mitte des vierten Spiegels 14 reflektiert wird. Der an dem ersten Spiegel 11 reflektierte Strahl wird also parallel zu dem am dritten Spiegel 13 reflektierten Strahl, jedoch entgegengesetzt dazu geführt.

Der vierte Spiegel 14 befindet sich unmittelbar über dem dritten Spiegel 13, seine Spiegelfläche ist jedoch orthogonal zu derjenigen des dritten Spiegels 13 angeordnet. Der an dem dritten Spiegel 13 reflektierte Strahl, wird also nochmals am vierten Spiegel 14 reflektiert und längs einer optischen Austrittsachse parallel zu dem an dem ersten Spiegel 11 eintretenden Strahl zum Okular 30 geführt.

Das optische Umkehrsystem auf der Objektivseite mit den Spiegeln 11 und 12 steht also in Wechselwirkung mit dem optischen Umkehrsystem auf der Okularseite mit den Spiegeln 13 und 14 und arbeitet gleichartig wie ein optisches System mit Bildaufrichtung aus zwei Dreieckprismen, deren schräge Ebenen Reflexionsebenen sind.

Die Erfindung zeichnet sich nun dadurch aus, daß die Spiegel zu einem optischen System mit Umkehrreflexion/Bildaufrichtung kombiniert sind, und ein Objektiv 20 zwischen dem ersten und dem zweiten Spiegel 11 und 12 angeordnet ist. Eine solche Anordnung vermeidet effektiv das Problem, daß die optische Weglänge durch zwei Prismen, wie sie bisher zur Umkehrreflexion/Bildaufrichtung verwendet wurden, eine Verkürzung der Brennweite des Objektivs verhindert. Die Brennweite des Objektivs kann so weit verkürzt werden, daß nicht nur das Sehfeld vergrößert, sondern auch die Gesamtlänge des optischen Systems verkürzt wird und damit ein kurzes Fernrohr als Kompakgerät realisiert wird.

Um ein möglichst leichtes Fernrohr aufzubauen, verwendet die Erfindung weder Prismen noch ein optisches System aus Glaselementen, sondern plattenartige Spiegel. Jeder Spiegel kann vorzugsweise als Spiegelfläche auf Flachglas hergestellt sein, beispielsweise durch metallisches Beschichten oder Polieren einer Metallfläche oder durch Aufbringen einer Metallschicht auf eine polierte Fläche. Dies vermeidet verschiedene optische Fehler durch Brechung und Reflexion bei dem Durchgang durch Prismen bzw. Glaskörper. Eine durch Metallbeschichtung erzeugte Spiegelfläche kann aber durch Umgebungseinflüsse beeinträchtigt werden und ist daher vorzugsweise mit einem Antikorrosions- und Feuchtigkeitsschutzmittel beschichtet.

Die Spiegel 11 bis 14 können sich, wenn sie in vorstehend beschriebener Weise aus Platten gefertigt sind, langfristig gegenüber ihrer Anfangseinstellung verschieben, wenn sie in einem Tubus einzeln montiert wurden. Um dies zu vermeiden, wird das die Spiegel enthaltende Gehäuse vorzugsweise einstückig mit den Spiegeln hergestellt, indem die Spiegel an ihren vorgegebenen Positionen in einer Form für das Gehäuse angeordnet werden und das Gehäuse dann hergestellt wird.

Eine Zwischenlinse, z. B. eine Sammellinse, kann nahe mit dritten und vierten Spiegel 13 und 14 auf der Okularseite vorgesehen sein.

Die Zwischenlinse 15 befindet sich auf der Eintrittsseite des Okulars 30 und erzeugt zusammen mit dem Objektiv 20 eine verkürzte Gesamtbrennweite. Das Einfügen dieser Zwischenlinse 15 ermöglicht eine weitere Vergrößerung des Sehfeldes und erlaubt eine Verschiebung des Okulars 13 zur Eintrittsseite hin, um das optische System insgesamt weiter zu verkürzen. Das Gesamtvolumen eines Fernrohrs bzw. Feldstechers kann dadurch weiter verringert werden.

Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebene Anordnung des Objektivs 20 zwischen dem ersten und dem zweiten Spiegel 11 und 12 beschränkt. Es ist auch möglich, die Erfindung auf andere, nicht weiter dargestellte Weise zu

realisieren. Insbesondere kann das Objektiv 20 zwischen dem dritten und dem vierten Spiegel 13 und 14 orthogonal zum reflektierten Strahl des dritten Spiegels 13 oder zwischen dem zweiten und dem dritten Spiegel 12 und 13 orthogonal zum reflektierten Strahl des zweiten Spiegels 12 angeordnet sein.

Ferner ist es möglich, zwei oder drei Objektive auf zwei oder drei der reflektierten Strahlen zwischen dem ersten und dem zweiten Spiegel 12, dem zweiten und dem dritten Spiegel 12 und 13 und dem dritten und dem vierten Spiegel 13 und 14 orthogonal zur jeweiligen optischen Reflexionsachse anzuordnen.

Patentansprüche

1. Optisches System für ein terrestrisches Fernrohr, mit einem Objektiv, einem Okular und einem Umkehrreflexionssystem zur Bildaufrichtung, **gekennzeichnet durch** ein objektivseitiges Umkehrreflexionssystem mit einem ersten Spiegel (11) unter einem Winkel von 45° gegenüber dem in das optische System eintretenden Strahl und einem zweiten Spiegel (12) zur Aufnahme des am ersten Spiegel (11) reflektierten Strahls und dessen Reflexion orthogonal zu dem eintretenden Strahl, durch ein okularseitiges Umkehrreflexionssystem mit einem dritten Spiegel (13) zur Reflexion des am zweiten Spiegel (12) reflektierten Strahls parallel zu dessen Eintrittsstrahl und einem vierten Spiegel (14) zur Reflexion des an dem dritten Spiegel (13) reflektierten Strahls parallel zu dem eintretenden Strahl, durch die Anordnung des Okulars (30) hinter dem zweiten Umkehrreflexionssystem und durch mindestens ein Objektiv (20) orthogonal auf einer der Reflexionsachsen zwischen dem ersten und dem vierten Spiegel (11, 14).
2. Optisches System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Objektiv (20) zwischen dem ersten und dem zweiten Spiegel (11, 12) angeordnet ist.
3. Optisches System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Objektiv (20) zwischen dem dritten und dem vierten Spiegel (13, 14) angeordnet ist.
4. Optisches System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Objektiv (20) zwischen dem zweiten und dem dritten Spiegel (12, 13) angeordnet ist.
5. Optisches System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Objektive (20) auf mehreren Reflexionsachsen zwischen dem ersten und dem vierten Spiegel (11, 14) angeordnet sind.
6. Optisches System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die reflektierenden Flächen der Spiegel (11, 12, 13, 14) mit einem Antikorrosions- und Feuchtigkeitsschutzfilm beschichtet sind.
7. Optisches System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein die Spiegel (11, 12, 13, 14) enthaltendes und einstückig mit ihnen geformtes Gehäuse.
8. Optisches System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Sammellinse (15), die in Richtung des Strahlenganges hinter dem vierten Spiegel (14) angeordnet ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

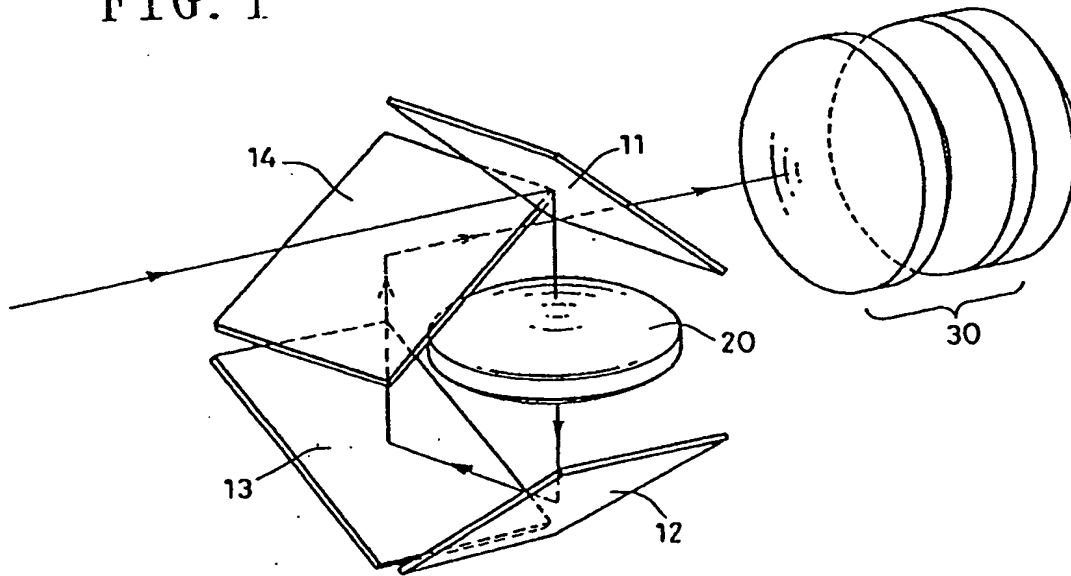


FIG. 2

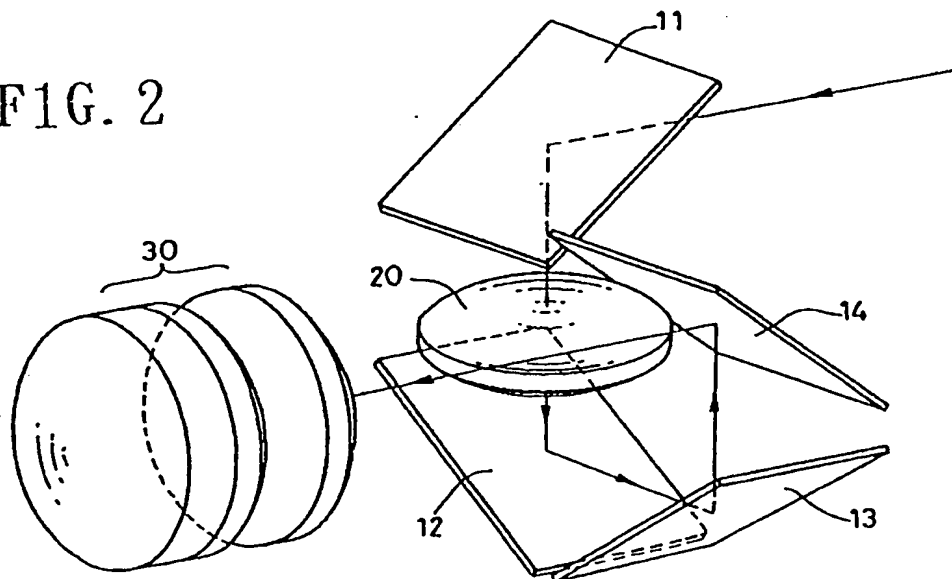


FIG. 3

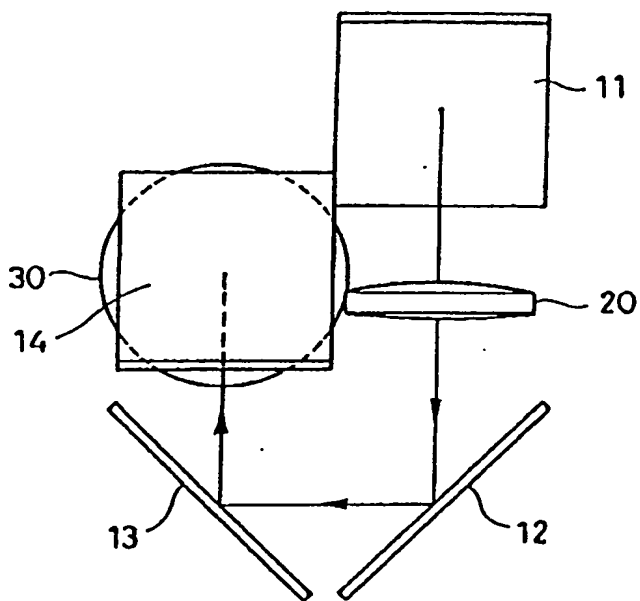


FIG. 4

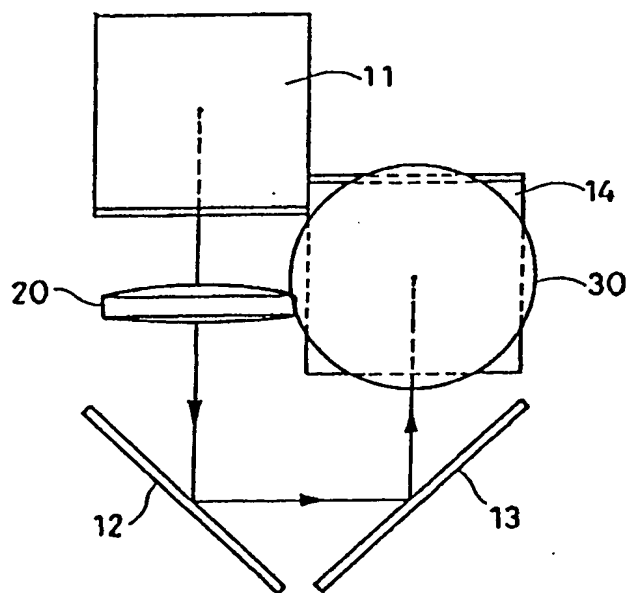


FIG. 5

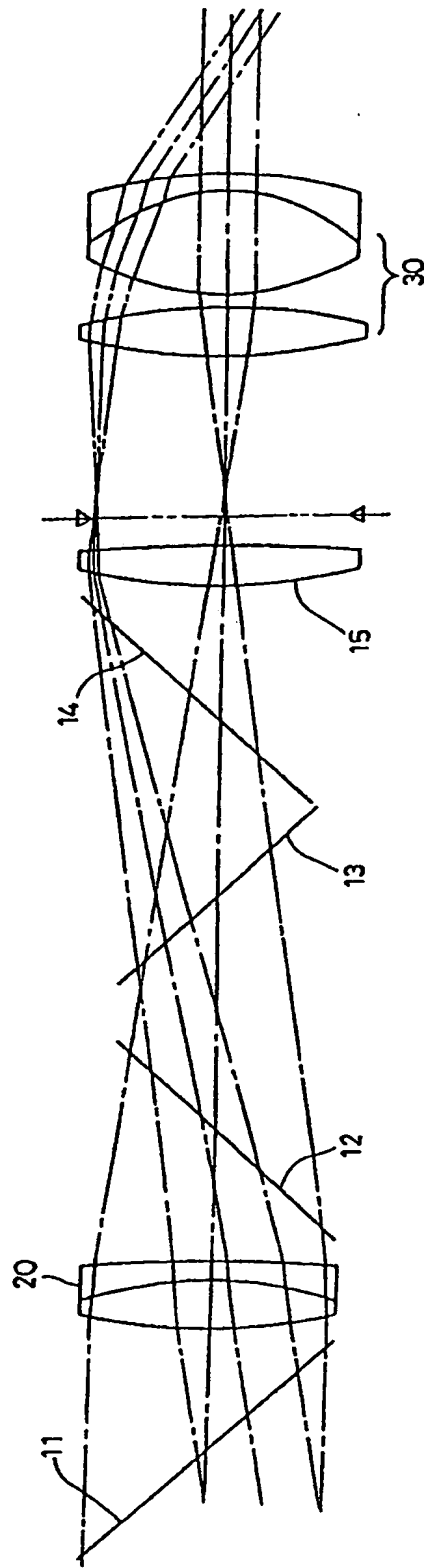


FIG. 6

